



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

DANIELA VITÓRIA RODRIGUES DOS SANTOS

Caracterização de folhas fósseis da região de Formosa, Goiás

Trabalho final de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheira Florestal.

Orientador: Rodrigo Miloni Santucci
Coorientador: José Roberto Rodrigues Pinto
Aluna: Daniela Vitória Rodrigues dos Santos

Brasília, maio de 2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Aluna: Daniela Vitória Rodrigues dos Santos - 120028824

Menção:

Avaliada por:

Dr. Rodrigo Miloni Santucci
Orientador (UnB – FUP)

Dra. Dulce Maria Sucena da Rocha
Membro Titular (UnB – FUP)

Dr. Daniel Costa de Carvalho
Membro Titular (UnB – EFL)

Dr. José Roberto Rodrigues Pinto
Coorientador (UnB – EFL)

Brasília, maio de 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores, Rodrigo e José Roberto, por todo conhecimento, apoio e paciência. À professora Dulce Maria Sucena da Rocha e ao professor Daniel Costa de Carvalho pelos valiosos comentários sobre a versão original do trabalho. À professora Juliana Caixeta (UnB-FUP), pelas oportunidades, pelo carinho e pela amizade. À minha vó pelo amor e proteção. E à minha MÃE, por toda força e por ser TUDO.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.2 GEOLOGIA DA ÁREA.....	15
2.3 COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	16
2.4 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS UTILIZADOS NA DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS BOTÂNICAS.....	18
2.4.1 Forma da lâmina foliar	19
2.4.2 Área da lâmina foliar	19
2.4.3 Ápice da folha.....	20
2.4.4 Base da folha.....	21
2.4.5 Margens da folha.....	22
2.4.6 Padrão de nervação foliar	22
2.4.7 Espaçamento das nervuras secundárias.....	24
2.4.8 Ângulo das nervuras secundárias em relação à nervura principal	24
3. RESULTADOS.....	25
3.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO	25
3.2 DESCRIÇÃO E TAXONOMIA DAS AMOSTRAS.....	27
3.2.1 Nível A.....	29
3.2.2 Nível B.....	32
3.2.3 Nível C.....	33
3.2.4 Nível D.....	35
4. DISCUSSÃO.....	40
5. CONCLUSÃO.....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fitofisionomias do bioma Cerrado (Fonte: Ribeiro & Walter, 2008)	13
Figura 2: Esquema de acesso ao local de estudo (1) e ponto de coleta (2), a partir da BR-020 no km 54. Imagem do Google Earth	14
Figura 3: Localização da área de estudo (retângulo vermelho) em relação à distribuição do Grupo Paranoá nas porções interna e externa da Faixa de Dobramentos Brasília (retângulo preto no detalhe do mapa do Brasil). Adaptada de Campos <i>et al.</i> (2013).....	15
Figura 4: Vista do afloramento da base em direção ao topo. Dulce Rocha (FUP – UnB)	17
Figura 5: Registro fotográfico de coleta realizada em um dos níveis do afloramento. Créditos: Dulce Rocha (FUP – UnB).....	18
Figura 6: Formas da lâmina foliar onde a linha tracejada marca o ponto de maior largura das folhas. A – Elíptica; B – Obovada; C - Ovada; D – Oblonga; E - Linear. Imagens extraídas e adaptadas de Ash <i>et al.</i> , (1999) e Ellis <i>et al.</i> , (2009).....	19
Figura 7: Ângulo do ápice. A – Agudo; B – Obtuso; C - Amplamente obtuso; D - Agudo de lóbulo ímpar; E - Obtuso de lóbulo ímpar. Imagens extraídas e adaptadas de Ash <i>et al.</i> (1999).....	20
Figura 8: Formas do ápice. A – Em linha reta; B – Convexo, C – Arredondado; C – Arredondado; D – Truncado; E – Acuminado; F – Complexo; G – Retuso; H – Emarginado; I – Lobado. Imagens extraídas e adaptadas de Ash <i>et al.</i> (1999).....	21
Figura 9: Ângulo da base. A – Agudo; B – Obtuso; C – Amplamente obtuso. Imagens extraídas e adaptadas de Ash <i>et al.</i> (1999).....	21
Figura 10: Formas da base. A – Cuneada; B – Convexa; C – Arredondada; D – Complexa; E – Truncada; F – Concava; G – Côncavo-convexa; H- Decorrente; I – Sagitada; J – Cordada; K – Lobada.....	22

Figura 11: Tipos de margens. A – Dentada; B – Serrada; C- Crenada; D – Inteira. Imagem extraída e adaptada de Ash <i>et al.</i> (1999).....	22
Figura 12: Tipos de nervações pinadas. A – Craspedódroma Simples; B – Semicraspedódroma; C – Craspedódroma Mista; D – Campidódroma Broquidódroma; E – Campidódroma Eucampidódroma; F - Campidódroma Reticulódroma; G – Campidódroma Cladódroma. Imagem extraída e modificada de Silva-Júnior <i>et al.</i> (2011).....	23
Figura 13: Espaçamento das nervuras secundárias em relação à base. A - Uniforme; B- Irregular; C – Decresce em direção à base; D – Cresce em direção à base. Imagem extraída e adaptada de Ash <i>et al.</i> (1999).....	24
Figura 14: Ângulo das nervuras secundárias em relação à base. A – Uniforme; B - Inconsistente; C - Cresce moderadamente em direção à base; D - cresce abruptamente em direção à base; E - decresce moderadamente em direção à base; F - um par de secundárias basais agudas. Imagem extraída e adaptada de Ellis <i>et al.</i> (2009).....	24
Figura 15: Fragmento de rocha coletado no afloramento com laminações plano-paralelas.....	26
Figura 16: Perfil estratigráfico do afloramento estudado no município de Formosa, Goiás, com indicação dos níveis de coleta.....	27
Figura 17: Registro fotográfico do empastilhamento observado na rocha. Créditos: Dulce Rocha (FUP – UnB).....	42
Figura 18: <i>Cassia</i> sp. (FUP – PB – 000047).....	51
Figura 19: <i>Plathymenia</i> sp. (FUP – PB – 000077)	51
Figura 20: <i>Pterodon</i> sp. (FUP – PB – 000065).....	51
Figura 21: <i>Pouteria</i> sp. (FUP – PB – 000067).....	51
Figura 22: <i>Senna</i> sp. (FUP – PB – 000073).....	51
Figura 23: Lauraceae (FUP – PB – 000078).....	51

Figura 24: <i>Dimorphandra</i> sp. (FUP – PB – 000002)	52
Figura 25: <i>Coussarea</i> sp. (FUP – PB – 000014).....	52
Figura 26: <i>Davilla</i> sp. (FUP – PB – 000015-A)	52
Figura 27: <i>Davilla</i> sp. (FUP – PB – 000015-B)	52
Figura 28: <i>Nectandra</i> sp. (FUP – PB – 000005)	52
Figura 29: <i>Rourea</i> sp. (FUP – PB – 000009)	52
Figura 30: <i>Plathymenia</i> sp. (FUP – PB – 000017-AB)	53
Figura 31: <i>Callisthene</i> sp. (FUP – PB – 000025)	53
Figura 32: <i>Stryphnodendron</i> Sp. e <i>Ocotea</i> sp. (FUP – PB – 000032-AB)	53
Figura 33: <i>Stryphnodendron</i> sp. (FUP – PB – 000043)	53
Figura 34: Não identificado_1 (FUP – PB – 000041)	53
Figura 35: Caesalpinioideae (FUP – PB – 000042)	53
Figura 36: <i>Caesalpinia</i> sp. (FUP – PB – 000033)	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de tamanho conforme área foliar. Extraído e adaptado de Webb (1959).....	20
--	----

Tabela 2: Famílias e subfamílias identificadas por nível de coleta no afloramento estudado no município de Formosa – Goiás.....	28
---	----

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo descrever a morfologia de folhas fósseis coletadas na região de Formosa - Goiás, a fim de possibilitar a descrição da paleovegetação local no momento de deposição dos sedimentos. O ponto de coleta fica localizado no entorno do Distrito Federal, cerca de 80 km de Brasília, em uma área de Cerrado sentido restrito, em um afloramento formado por argilito, com laminações plano-paralelas e que se desagregam em pequenos fragmentos com facilidade. A coleta foi realizada por níveis (A, B, C e D). De forma geral, nos níveis A C e D foram coletados materiais semelhantes em tamanho, quantidade e características morfológicas. Já no nível B foi coletada apenas uma amostra parcial de folha. A descrição morfológica das amostras foi feita com base em diversas referências e considerando as seguintes características: forma e área do limbo foliar (comprimento, largura, presença ou não de simetria), formas e ângulos do ápice e da base das folhas, tipo de margem foliar, padrão de nervação das folhas, espaçamento das nervuras secundárias em relação à base e ângulo das nervuras secundárias em relação à base. Após essa etapa, foram utilizados materiais de apoio (livros e herbários virtuais) e consulta a especialistas para auxiliar nas identificações botânicas. Por último, foi realizada a interpretação paleoambiental da área baseada em evidências tafonômicas e morfológicas. As análises revelaram que a região se tratava de um corpo hídrico de pouca energia de transporte, onde as folhas caíam e provavelmente flutuavam por um curto período de tempo até ocorrer o soterramento. Por se tratar de um ambiente próximo à água, a vegetação local associada era composta por uma mistura de elementos savânico-florestal.

Palavras-chave: Paleobotânica, Cerrado, Tafoflora, Flora Fóssil, Paleoambiente

ABSTRACT

This study reports and evaluate the fossil leaves collected from Formosa-GO, in order to provide the description of the local paleoflora at the moment their deposition. The area is located around the Federal District, about 80 km from Brasília, considered as a Cerrado area. The outcrop comprises claystones, with parallel laminations that easily break up into small fragments. Four collecting levels (A, B, C, and D) were previously defined. In general, the collecting levels A, C, and D, have leaves of similar size, quantity, and morphological characteristics. At level B, only a partial leaf sample was collected. The morphological description of the samples was based on several references and considered the following characteristics: shape and area of the leaf blade, type of leaf margin, vein characteristics, vein spacing toward base, and vein angle toward base. Afterwards, reference materials (books and images from herbariums on the internet) were used in comparisons with the samples to support taxonomic identifications. Finally, taphonomic and morphological evidence suggest that, under a paleoenvironmental point of view, the area was comprised by a low-energy body of water, where the leaves fell and probably floated for a short period of time until their final burial occurred. Since those plants lived close to the water and based on their taxonomic affinities, the local vegetation was composed of a mixture between savanna and forest vegetations.

Keywords: Paleobotany, Cerrado, Taphoflora, Fossil Flora, Paleoenvironment

1. INTRODUÇÃO

A Paleobotânica tem sido usada como importante ferramenta na caracterização de paleoclimas e da paleoecologia, com base na sensibilidade e capacidade de adaptação das plantas às mudanças ambientais, refletidas em sua morfologia e anatomia (Dos-Santos *et al.* 2007). Padrões de distribuição da vegetação moderna mostram uma forte relação com o clima, especialmente pela temperatura e precipitação e o modo como esses parâmetros estão distribuídos através do ciclo anual (Walter, 1986; Prentice *et al.*, 1992; Neilson, 1995). As plantas, devido à sua abundância, diversidade e distribuição, são valiosas como indicadores climáticos (Wright *et al.*, 2017). A estrutura da planta mais utilizada como indicador climático é a folha, já que esta responde rapidamente às condições ambientais a que está exposta (Royer, 2012). Por esta razão, durante quase um século as folhas das plantas têm sido amplamente empregadas pelos paleobotânicos para reconstruir os climas terrestres do Cretáceo e do Cenozoico (Burnham & Tonkovich, 2011; Peppe *et al.*, 2011; Royer, 2012; Wright *et al.*, 2017). As folhas são as partes da planta com interação direta com a atmosfera, e sua morfologia está frequentemente adaptando-se, refletindo as condições ambientais, além disso, estas relações parecem estar constantemente presentes desde o estabelecimento das plantas vasculares terrestres (Meyen, 1973).

O conhecimento mais profundo da vegetação do passado, bem como das sucessões e mudanças ocasionadas por modificações no meio físico é importante para a compreensão dos mecanismos responsáveis pelo surgimento e manutenção da biodiversidade. A análise da paleovegetação pode fornecer modelos mais adequados de conservação e manejo equilibrado dos ecossistemas atuais (Salgado-Labouriau, 1984). Assim, as informações obtidas a partir de palinomorfos, ou seja, grãos de pólen de Gimnospermas, Angiospermas, esporos de criptógamas, esporos de fungos e, também, palinomorfos marinhos, (Tyson, 1995), e o estudo de macrofósseis vegetais, se complementam (Cardoso, 2007). Os macrofósseis vegetais podem fornecer importantes dados sobre as condições paleoambientais locais, enquanto os palinomorfos proporcionam, em geral, dados mais precisos em relação às idades e composição regional das floras. Porém, ambos fornecem informações sobre os climas vigentes nos ambientes terrestres no momento de sua formação. Além disso, há as chamadas “espécies silenciosas”, as quais não preservam

seu pólen, sendo detectáveis somente através de seus macrorestos, como é o caso das famílias Lauraceae e Musaceae (Cardoso, 2007).

A tafonomia (gr. taphos = sepultamento; nomos = leis) é a ciência que tem por objetivo compreender os processos de fossilização que alteram quali- e quantitativamente a informação biológica preservada no registro fóssil (Behrensmeyer *et al.*, 2000; Simões *et al.*, 2010). O processo tafonômico em vegetais inicia-se no momento da abscisão das partes e seu transporte, pelo ar ou pela água, até o local da deposição e eventual soterramento, seguido de litificação/fossilização (Donovan, 1991). Plantas fósseis são preservadas dentro de sedimentos clásticos e bioclásticos, mesmo os vulcânicos, como compressão, com matéria orgânica preservada, impressão, com perda quase total (às vezes total), do material orgânico, através da conservação de células da parede por carbonização, ou ainda por petrificação, completa substituição por substância mineral, mais comum em troncos (Iannuzzi & Vieira, 2005).

As taofloras, ou associações de plantas fósseis, podem ser, frequentemente, comparadas às comunidades modernas (Gastaldo *et al.*, 1995). Observando depósitos atuais, é possível concluir que quando o ambiente de sedimentação é composto por depósitos fluviais ou lacustres, as associações de macrofitofósseis tendem a refletir a vegetação local, enquanto a ocorrência de palinomorfs, em geral, reflete a flora regional (Gastaldo *et al.*, 1995). Quanto à classificação, as taofloras podem ser classificadas como autóctones, parautóctones e alóctones, o que permite expressar a relação entre o local de crescimento e soterramento (e/ou preservação), além de refletir o grau de transporte sofrido pelos macrofitofósseis (Gastaldo *et al.*, 1995).

No âmbito de estudos paleoambientais sobre o bioma Cerrado, destacam-se as autoras Maria Léa Salgado-Labouriau e Maira Barberi, cujos trabalhos foram baseados em palinomorfs. Em “Contribuição à Palinologia dos Cerrados” (1973), Salgado-Labouriau traz um catálogo para identificação botânica baseado em ilustrações de inúmeros tipos polínicos pertencentes a diversas famílias de Angiospermas encontradas no Cerrado. E segundo o estudo de Barberi (1994), realizado através de um testemunho de sondagem em uma região de Cerrado do Distrito Federal, durante os últimos 26.000 anos, houve variações marcantes na composição da vegetação da área, indicando importantes mudanças climáticas. Ainda segundo Barberi (2003), a rapidez com que o bioma Cerrado

vem sendo destruído ressalta a grande necessidade de um aumento no número de estudos paleoecológicos na região.

O bioma Cerrado é caracterizado pela presença de clima classificado predominantemente como Aw de Koppen, ou tropical chuvoso, com invernos secos e verões chuvosos (Alvares *et al.* 2013). Possui média anual de precipitação da ordem de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm (Adámoli *et al.*, 1987). O clima também tem influência temporal na origem da vegetação savânica, considerando que as chuvas, no decorrer do tempo geológico, intemperizam os solos, deixando-os pobres em nutrientes essenciais (Walter, 2006). Porém, Emmerich (1990) não observou diferenças nutricionais entre os solos de vegetações estacionais e savânicas, concluindo que a distribuição das vegetações ocorre conforme a profundidade do solo, sendo as formações florestais presentes em solos profundos e as savânicas nos mais rasos.

As principais classes de solos de ocorrência no bioma Cerrado e sua respectiva vegetação natural são: Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico/Mata Ciliar/Mata de Galeria); Latossolo Vermelho (Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico/Mata Seca); Neossolo Quartzarênico (Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Ralo/Cerrado Típico); Argissolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso/Cerrado Típico); Neossolo Litólico (Campo Rupestre/Cerrado Rupestre) (Reatto *et al.*, 2008).

O Cerrado apresenta vegetações dos tipos florestais, savânicas e campestres (Figura 1). De acordo com Ribeiro & Walter (2008), as florestas representam áreas com predominância de espécies arbóreas, onde ocorre a formação de dossel contínuo ou descontínuo. Nas savanas ocorrem árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de um dossel contínuo. Nas formações campestres há o predomínio de espécies herbáceas e arbustivas, sem a presença de arbóreas.



Figura 1: Fitofisionomias do bioma Cerrado (Fonte: Ribeiro & Walter, 2008).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Descrever as características morfológicas de palinomorfos e realizar a identificação taxonômica de material vegetal fóssil coletado na região de Formosa - Goiás, buscando contribuir com o avanço do conhecimento paleoambiental do Cerrado.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ➔ Descrever as características morfológicas das amostras de acordo com a bibliografia de referência;
- ➔ Realizar a identificação taxonômica das amostras a partir dos resultados obtidos na descrição;
- ➔ Interpretar as informações paleoambientais extraídas dos resultados taxonômicos das espécies vegetais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área estudada está localizada no município de Formosa, Goiás, situado no entorno do Distrito Federal, a cerca de 80 km de Brasília. O sítio amostrado está localizado nas coordenadas 15°19'34"S e 47°09'25"W, com acesso feito por uma estrada de terra com entrada no km 54, pelo lado esquerdo da BR-020, na região de Bezerra, um distrito do município de Formosa (Figura 2).



Figura 2: Esquema de acesso ao local de estudo (1) e ponto de coleta (2), a partir da BR-020 no km 54. Imagem do Google Earth (Acesso em: 20/06/2018).

A área de coleta dos fósseis é classificada como Cerrado Típico, um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo, com cobertura arbórea de 20% a 50% e altura média de três a seis metros (Ribeiro & Walter, 2008). Trata-se de uma forma comum e intermediária entre o Cerrado Denso e o Cerrado Ralo, que pode ocorrer em Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo, Cambissolos, Neossolos Quartzênicos, Neossolos Litólicos e Plintossolos Pétricos. (Ribeiro & Walter, 2008).

Na região do estudo, a fitofisionomia presente atualmente é o Cerrado Sentido Restrito (CSR). Segundo Ribeiro & Walter, 2008, o CSR possui as seguintes características: presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas; arbustos e subarbustos espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após queima ou corte; plantas lenhosas em geral apresentando cascas com cortiça grossa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais de muitas espécies protegidas por densa pilosidade; folhas em geral rígidas e coriáceas. De acordo com esses autores as principais subdivisões fitofisionômicas deste tipo de vegetação são: Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre.

Em relação às características edáficas, grande parte dos solos onde o Cerrado Típico se estabelece pertence às classes Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo. Estes solos apresentam elevada acidez (pH entre 4,5 e 5,5), carência generalizada dos

nutrientes essenciais, principalmente fósforo e nitrogênio, altas taxas de alumínio e o teor de matéria orgânica variando de médio a baixo. O Cerrado Típico também pode ocorrer em Cambissolos, Neossolos Quartzênicos, Neossolo Litólicos e Plintossolos Pétricos (Ribeiro & Walter, 2008).

2.2 GEOLOGIA DA ÁREA

Geologicamente, a principal litologia aflorante na região é representada pelo Grupo Paranoá (Figura 3). Esse grupo, de idade proterozoica, apresenta características de margem passiva, sendo parcialmente coberto pela sequência glaciogênica da Formação Jequitaiá, ou pelos pelitos e rochas carbonáticas da base de Grupo Bambuí (Dardenne, 1981; Faria, 1995).

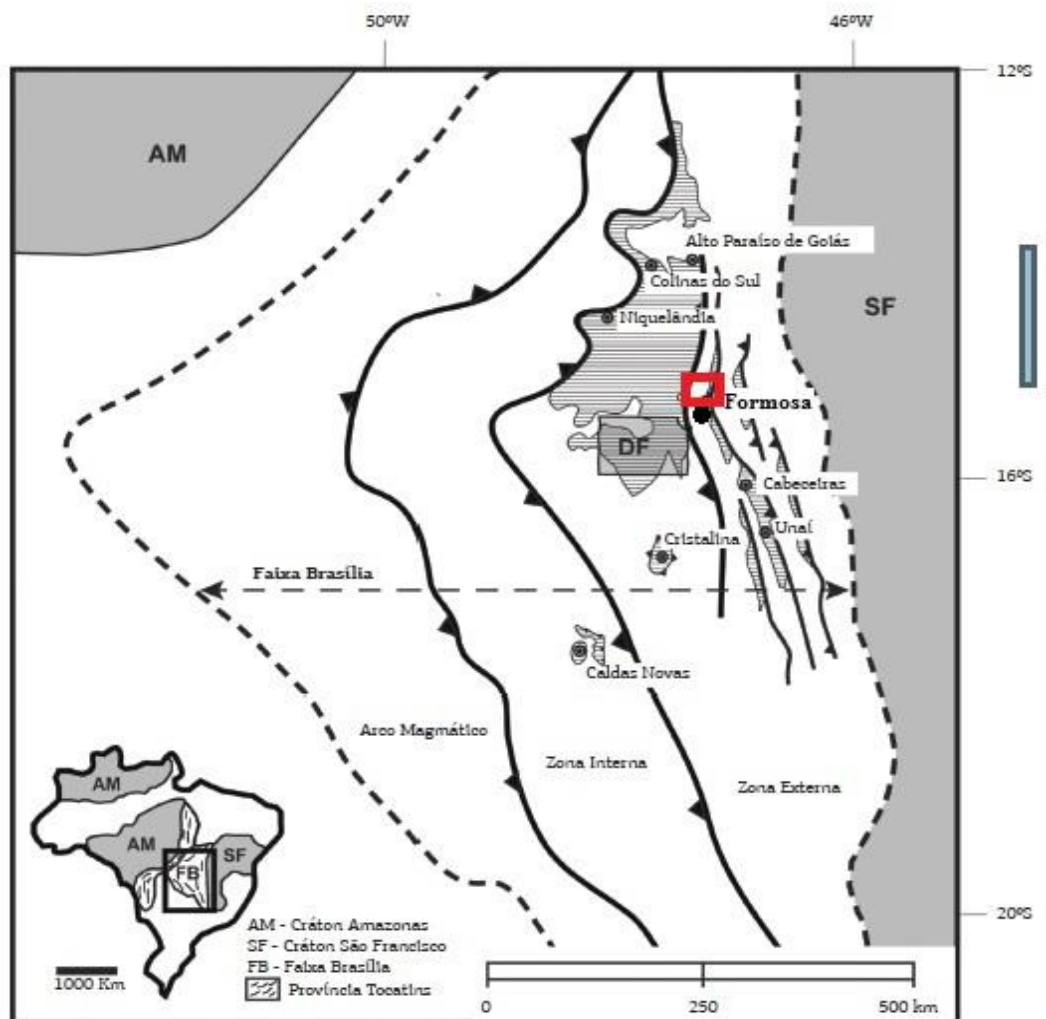


Figura 3: Localização da área de estudo (retângulo vermelho) em relação à distribuição do Grupo Paranoá nas porções interna e externa da Faixa de Dobramentos Brasília (retângulo preto no detalhe do mapa do Brasil). Adaptada de Campos *et al.* (2013).

Na região de Bezerra, o Grupo Paranoá é representado pela sua porção médio-superior, encerrando-se com a Unidade Ritmito Superior (Guimarães, 1997). O grupo trata-se de uma unidade predominantemente terrígena, com contribuição carbonática na base e no topo. A unidade superior do grupo, definida no Distrito Federal como Pelítico-carbonática (Faria, 1995) ou Psamo-Pélitico-Carbonatada (Freitas-Silva & Campos, 1998), é correlacionável ao Ritmito Superior da região de Bezerra-Cabeceiras (Guimarães, 1997).

Na localidade onde as folhas foram coletadas ocorre um pacote de sedimentos finos (essencialmente siltito e argilito) com estratificações plano-paralelas que se assenta discordantemente sobre as rochas do Grupo Paranoá.

2.3 COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS

Foram realizadas três coletas de campo. Na primeira, realizada em agosto de 2017, foi feito o reconhecimento da área (Figura 4), o perfil estratigráfico e algumas coletas com o intuito de identificar os pontos onde havia maior concentração de material fóssil. A segunda foi feita em outubro de 2017. Como o afloramento havia sido dividido em níveis estratigráficos (A, B, C e D) e a equipe era composta por quatro pessoas, cada coletor ficou responsável por um nível, onde permaneceu durante todo o dia. Ao final do dia as amostras foram armazenadas em caixas plásticas, forradas com papel, e cada caixa foi identificada com as seguintes informações: local da coleta, nível estratigráfico, data e coletor responsável. O material foi levado ao Laboratório de Paleontologia, na Faculdade UnB Planaltina.

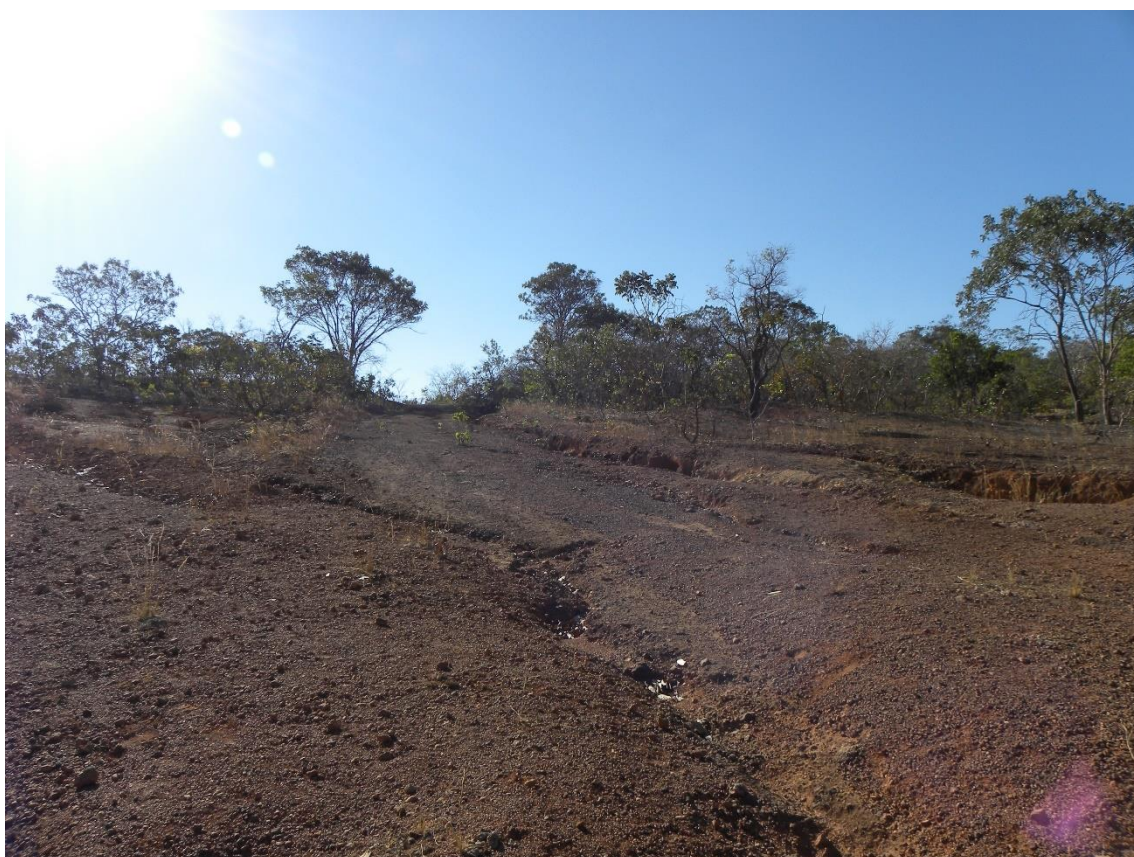


Figura 4: Vista do afloramento da base em direção ao topo. Créditos: Dulce Rocha (FUP – UnB).

A terceira coleta foi feita em 15 de março de 2018, onde os mesmos procedimentos da segunda coleta foram adotados (Figura 5). Após essa data, iniciou-se o preparo mecânico das amostras em laboratório. Devido à fragilidade e à friabilidade das rochas, algumas amostras foram descartadas, pois se deterioraram completamente no percurso entre o ponto de coleta e a Faculdade UnB Planaltina. A fim de retirar o excesso de rocha e estabilizar as amostras, foi utilizado um estilete nesta etapa do preparo. O processo de estabilização consistiu em utilizar o estilete para arredondar as amostras, pois a presença de arestas proporciona pontos de fraquezas, causando rachaduras e quebra do material. Após a estabilização, as amostras que continham camadas de sedimento por cima da impressão foliar foram novamente triadas. Nessa etapa foram utilizadas agulhas e uma lupa, com o intuito de deixar as nervuras foliares totalmente visíveis.



Figura 5: Registro fotográfico de coleta realizada em um dos níveis do afloramento. Créditos: Dulce Rocha (FUP – UnB).

Após a estabilização das amostras, cada uma recebeu o seguinte código de tombamento “FUP-PB” (Faculdade UnB Planaltina – Paleobotânica) seguido de seis dígitos, e permanecendo no laboratório acondicionadas em caixas plásticas forradas com folhas de espuma de polietileno.

2.4 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS UTILIZADOS NA DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS BOTÂNICAS

As descrições morfológicas foram realizadas de acordo com critérios estabelecidos por Webb (1959); Hickey (1973); Hickey & Wolfe (1975); Ash *et al.* (1999); Ellis *et al.* (2009); Silva-Júnior *et al.* (2011). Para auxiliar nas

identificações botânicas, foram utilizadas imagens de livros e de herbários virtuais, e consulta a especialistas. As obras e herbários consultados foram: Medeiros (2011); Durigan *et al.* (2004); Silva-Júnior & Pereira (2009); Silva-Júnior (2012); Campos-Filho & Sartorelli (2015); Sartorelli & Campos-Filho (2017); Durigan *et al.* (2018); Field Museum Botany Collections Neotropical Flora.

Devido ao tamanho das amostras onde, em muitos casos, não foi possível ver o padrão de nervação, e por muitas se tratarem apenas de pequenos fragmentos de folhas (sem ápice e/ou base), os espécimes foram identificados até o nível de gênero.

2.4.1 Forma da lâmina foliar

Refere-se à forma do contorno da lâmina foliar (Silva-Júnior *et al.* 2011), podendo ser simétrica ou assimétrica, tanto a lâmina inteira (determinada pela proporção da largura do meio da folha), quanto apenas a base (Ellis *et al.*, 2009). Pode ser classificada em: oblonga, elíptica, ovada, obovada, linear (Ash *et al.*, 1999; Ellis *et al.*, 2009), ver Figura 6.

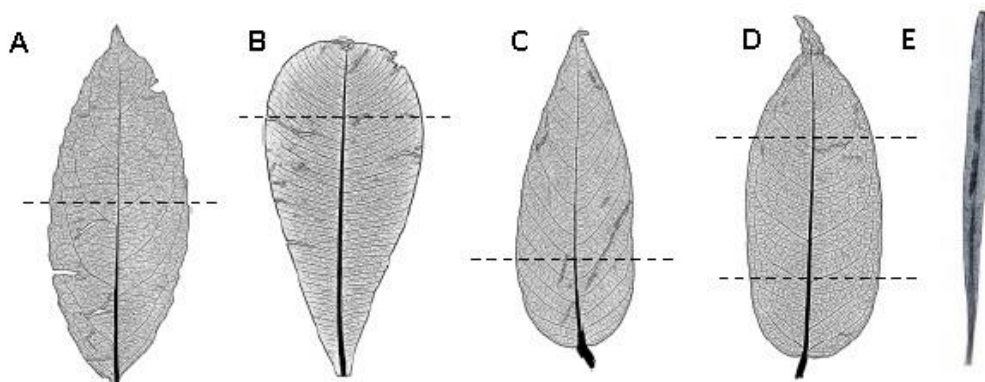


Figura 6: Formas da lâmina foliar onde a linha tracejada marca o ponto de maior largura das folhas. A – Elíptica; B – Obovada; C - Ovada; D – Oblonga; E - Linear. Imagens extraídas e adaptadas de Ash *et al.* (1999) e Ellis *et al.* (2009).

2.4.2 Área da lâmina foliar

O tamanho da lâmina foliar é determinado medindo a área do limbo foliar. Uma aproximação pode ser feita medindo o comprimento e a largura da folha em milímetros e multiplicando o comprimento x largura x 2/3 (Ash *et al.*, 1999).

Conforme estabelecido por Webb (1959), as classes de áreas foliares são: Leptofilo, Nanofilo, Microfilo, Notofilo e Mesofilo (Tabela 1).

Tabela 1: Classes de tamanho conforme área foliar (mm²). Extraído e adaptado de Webb (1959).

Classes	Área foliar em (mm ²)
Leptofilo	< 25,0
Nanofilo	25,0 – 225,0
Microfilo	225,0 - 2.025,0
Notofilo	2.025,0 – 4.500,0
Mesofilo	4.500,0 – 18.225,0
Macrofilo	18.225,0 – 164.025,0
Megalofilo	>164.025,0

2.4.3 Ápice da folha

Refere-se ao ângulo formado pelas margens, na porção apical da folha, folíolo ou foliólulos (Silva-Júnior *et al.* 2011). Pode ser classificado quanto ao ângulo em: agudo, obtuso, amplamente obtuso, agudo de lóbulo ímpar, obtuso de lóbulo ímpar (Figura 7); e também quanto à forma (em linha reta, convexo, arredondado, truncado, acuminado, complexo, retuso, emarginado e lobado) conforme observado na Figura 8.

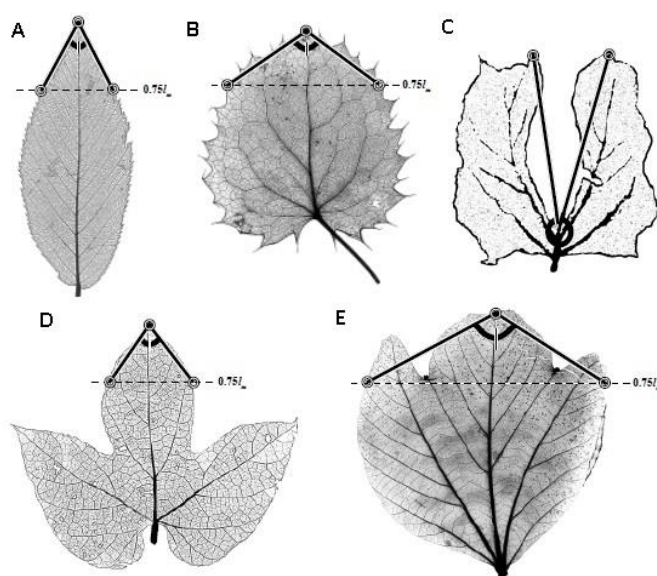


Figura 7: Ângulo do ápice. A – Agudo; B – Obtuso; C - Amplamente obtuso; D - Agudo de lóbulo ímpar; E - Obtuso de lóbulo ímpar. Imagens extraídas e adaptadas de Ash *et al.* (1999).

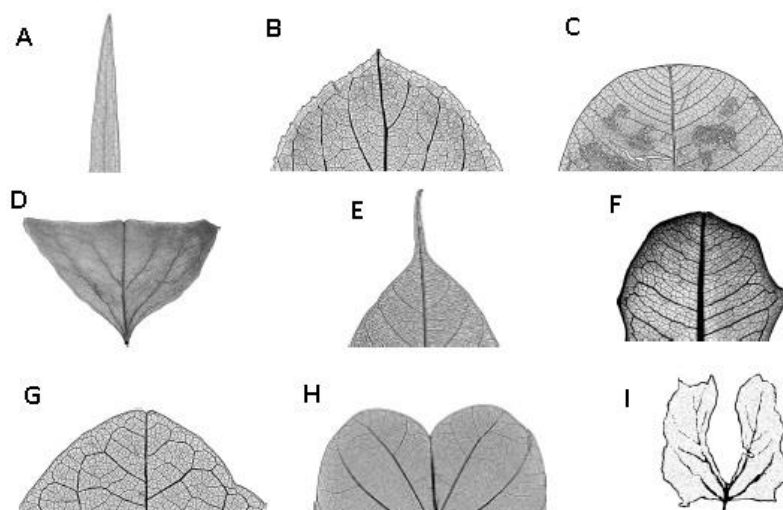


Figura 8: Formas do ápice. A – Em linha reta; B – Convexo, C – Arredondado; D – Truncado; E – Acuminado; F – Complexo; G – Retuso; H – Emarginado; I – Lobado. Imagens extraídas e adaptadas de Ash *et al.* (1999).

2.4.4 Base da folha

Consiste no ângulo formado pelas margens na porção basal das folhas, folíolos ou foliólulos (Silva-Júnior *et al.*, 2011). Pode ser classificado quanto ao ângulo em: agudo, obtuso e amplamente obtuso (Figura 9). E quanto a forma em: cuneada; convexa; arredondada; truncada; concava; côncavo-convexa; decorrente; complexa; cordada; lobada e sagitada (Figura 10).

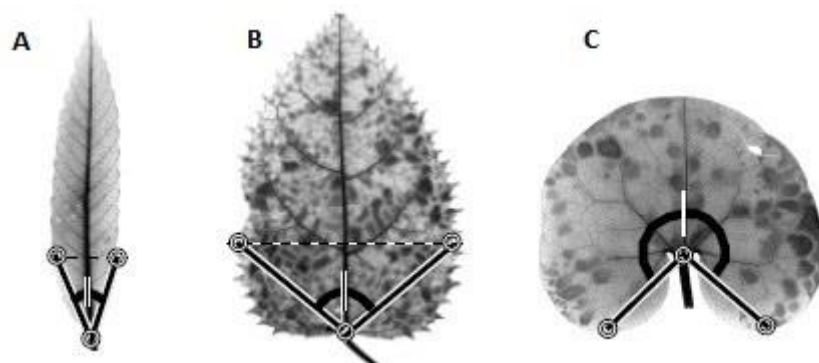


Figura 9: Ângulo da base. A – Agudo; B – Obtuso; C – Amplamente obtuso. Imagens extraídas e adaptadas de Ash *et al.* (1999).

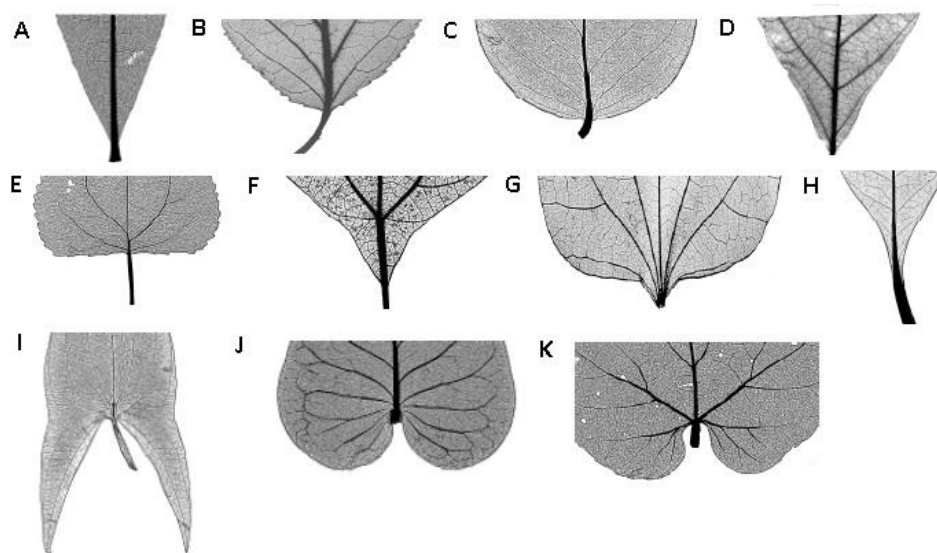


Figura 10: Formas da base. A – Cuneada; B – Convexa; C – Arredondada; D – Complexa; E – Truncada; F – Côncava; G – Côncavo-convexa; H- Decorrente; I – Sagitada; J – Cordada; K – Lobada. Imagens extraídas e adaptadas de Ash *et al.* (1999).

2.4.5 Margens da folha

➔ Refere-se ao limite externo do limbo foliar. Pode ser inteira (sem recortes), ou com diversos padrões de recortes (Silva-Júnior *et al.*, 2011). Podendo ser classificada em: dentada; serrada; crenada e inteira (Figura 11).



Figura 11: Tipos de margens. A – Dentada; B – Serrada; C- Crenada; D – Inteira. Imagem extraída e adaptada de Ash *et al.* (1999).

2.4.6 Padrão de Nervação foliar

Refere-se à distribuição das nervuras no limbo da folha, folíolo ou foliólulo. Neste trabalho serão abordadas apenas as subdivisões do tipo pinada, que se trata de um padrão de primeira ordem, onde a folha possui uma nervura principal, de onde partem nervuras secundárias (Silva-Júnior *et al.*, 2011). De acordo com Silva-Júnior *et al.* (2011) as especificações para o padrão de nervação pinada são (Figura 12):

- **Craspedódroma:** as nervuras secundárias terminam nas margens;
- **Simples:** todas as nervuras secundárias e suas ramificações terminam nas margens;
 - **Semicraspedódromas:** as nervuras secundárias se ramificam e uma destas termina na margem;
 - **Mistas:** algumas nervuras secundárias terminam na margem e outras não.
- **Campidódroma:** as nervuras secundárias não terminam nas margens;
- **Broquidódroma:** as nervuras secundárias antes de alcançarem as margens se curvam e se juntam umas às outras;
 - **Eucampidódroma:** as nervuras secundárias antes de atingirem as margens, curvam-se no sentido do ápice, podem até se ramificar, mas não atingem as margens;
 - **Reticulódroma:** as nervuras secundárias perdem a sua caracterização e formam retículos de nervuras de várias ordens;
- Cladódroma:** as nervuras ramificam-se livremente nas proximidades das margens.

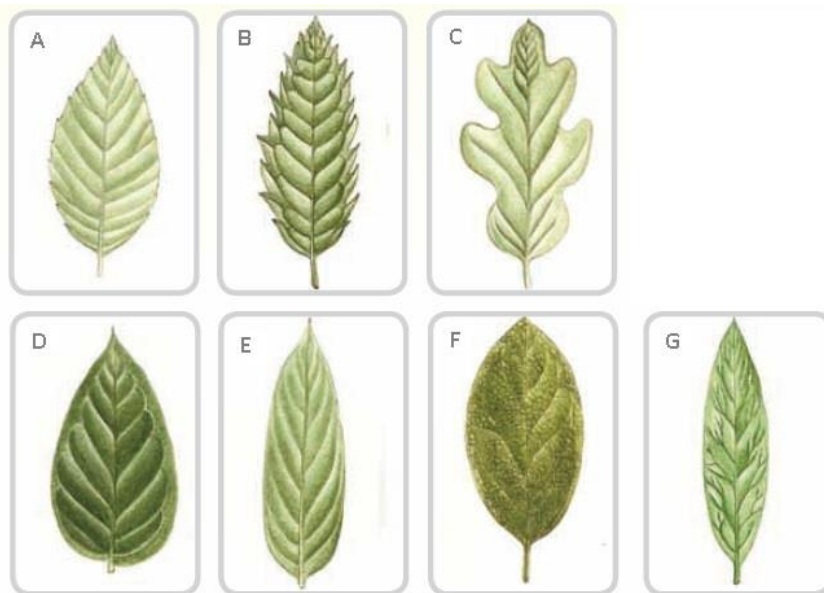


Figura 12: Tipos de nervações pinadas. A – Craspedódroma Simples; B – Semicraspedódroma; C – Craspedódroma Mista; D – Campidódroma Broquidódroma; E – Campidódroma Eucampidódroma; F - Campidódroma Reticulódroma; G – Campidódroma Cladódroma. Imagem extraída e modificada de Silva-Júnior *et al.* (2011).

2.4.7 Espaçamento das nervuras secundárias

Variação na distância entre as nervuras secundárias adjacentes, medidas em suas interseções com a nervura principal (Ellis *et al.*, 2009). O espaçamento das nervuras secundárias em relação à base pode ser classificado em: uniforme; irregular; decresce em direção à base e cresce em direção à base (Figura 13).

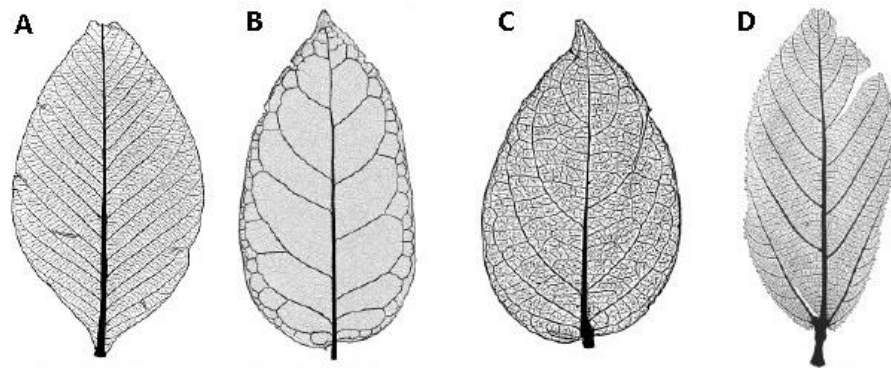


Figura 13: Espaçamento das nervuras secundárias em relação à base. A - Uniforme; B - Irregular; C - Decresce em direção à base; D - Cresce em direção à base. Imagem extraída e adaptada de Ash *et al.* (1999).

2.4.8 Ângulo das nervuras secundárias em relação à nervura principal

Ângulo medido no lado distal da junção entre cada nervura secundária e a principal (Ellis *et al.*, 2009). É classificado em: uniforme; inconsistente; cresce moderadamente em direção à base; cresce abruptamente em direção à base; decresce moderadamente em direção à base e um par de secundárias basais agudas (Figura 14).

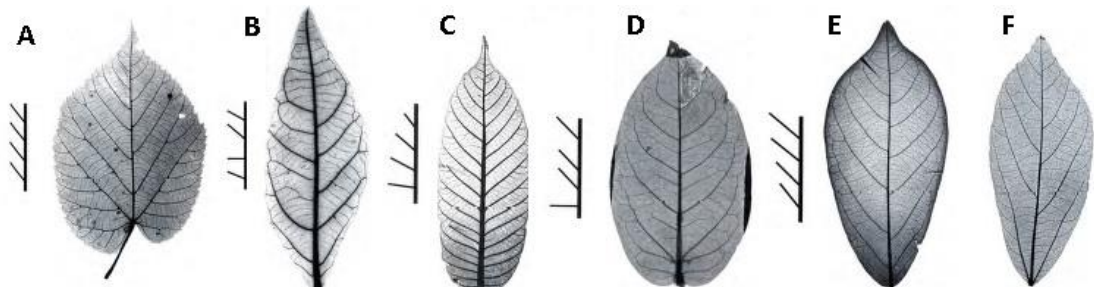


Figura 14: Ângulo das nervuras secundárias em relação à base. A - Uniforme; B - Inconsistente; C - Cresce moderadamente em direção à base; D - cresce abruptamente em direção à base; E - decresce moderadamente em direção à base; F - um par de secundárias basais agudas. Imagem extraída e adaptada de Ellis *et al.* (2009).

3. RESULTADOS

3.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De maneira geral, a região não apresenta muitas exposições de rocha, sendo os afloramentos mais comuns em alguns pontos na margem da estrada de acesso à área de estudo ou quando esta corta pequenos córregos. Não foi possível encontrar o contato da base do afloramento estudado. Entretanto, em uma voçoroca a cerca de 50 metros do local de coleta, foram encontradas rochas dobradas e intemperizadas do Grupo Paranoá. Desta forma, considerando a idade do Grupo Paranoá e a presença de dobras nas exposições de rocha nos arredores e a distinta litologia, presença de camadas não dobradas e o conteúdo fóssilífero das rochas do afloramento amostrado, infere-se que seu contato com o Grupo Paranoá seja erosivo.

O afloramento encontra-se na margem da estrada de terra e consiste em uma exposição sub-horizontal de níveis de argilitos (Figura 16). A base do afloramento (ponto zero), até cerca de 1,5 m de altura, é formada por argilito branco, pouco denso, e de estrutura maciça. A porção mais inferior da base não é visível, pois encontra-se coberta por um nível de solo com fragmentos de concreções ferruginosas (de 2 a 10 cm). Gradualmente, o argilito vai ficando mais denso, com brilho sedoso e mais amarelado. A laminação plano-paralela também aparece gradualmente. Começa de maneira incipiente seguida por intercalações de lâminas amarelo/alaranjadas e vermelhas. Até a primeira visada, de 1,7 m de altura, a rocha da base passa para um argilito laranja/avermelhado com laminações plano-paralelas (Figura 15). Aproximadamente na metade da visada, essa transformação já ocorre completamente. O material fóssil ocorre predominantemente na rocha com laminação plano-paralela.



Figura 15: Fragmento de rocha coletado no afloramento com laminações plano-paralelas. Barra de escala: 1 cm.

O argilito laranja/avermelhado se estende de 1,5 a 3,5 m, mantendo as mesmas características da visada anterior ou até mais ou menos 2,5 m. Depois passa gradualmente para argilito formado por porções ovaladas de até 10 cm de comprimento, maciço ou com laminação plano-paralela rompidas ou delimitadas por porções de arenito muito fino. Até esse ponto não foram encontrados fósseis.

Na porção compreendida entre 3,5 e 5,0 m, a rocha apresenta porções ovaladas de menor tamanho, com maior predomínio de areia muito fina. O argilito continua avermelhado, mas em um tom fosco como na base da coluna. Esse intervalo compreende o ponto de ocorrência dos fósseis, que pode ser observado na Figura 16, onde é representado o perfil estratigráfico do ponto de coleta. Cada um dos quatro níveis de coleta (A, B, C e D) tem um espaçamento de 30 centímetros do outro, exceto pelo nível A, que fica 70 cm abaixo do Nível B.

A porção superior se estende do ponto (altura em relação à base) 5,0 m até o topo do afloramento (8,0 m). Nesse ponto há mais contribuição de areia muito fina e os blocos ovalados de arenito avermelhado maciço ficam menores, mais leves e sem brilho.

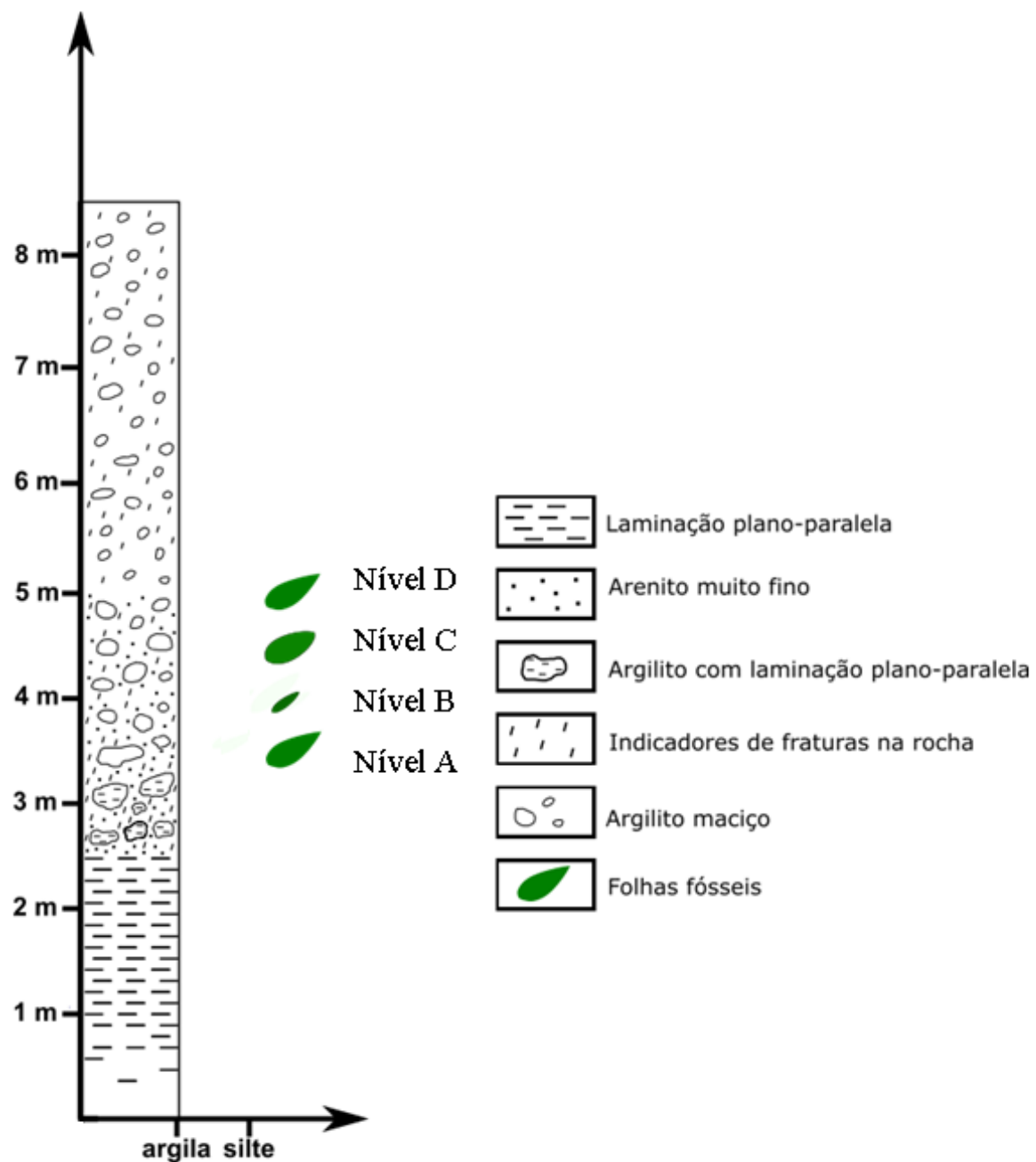


Figura 16: Perfil estratigráfico do afloramento estudado no município de Formosa - Goiás, com indicação dos níveis de coleta.

3.2 DESCRIÇÃO E TAXONOMIA DAS AMOSTRAS

Foram coletadas amostras de impressões foliares, impressões de estruturas que se assemelham a pequenos galhos e/ou caules, impressões de frutos e pequenas estruturas carbonizadas. Segundo Iannuzzi & Vieira (2005), partes vegetais como folhas podem ser preservadas como compressão/impressão apenas no plano horizontal devido,

principalmente, ao fato desse órgão ser bidimensional e, portanto, facilmente comprimido quando soterrado. O processo de compressão dá origem a uma fina película composta de matéria orgânica denominada de compressão carbonificada, onde ocorre a perda gradual de elementos voláteis da matéria orgânica na forma de gases e soluções restando somente o carbono. Quando ocorre a lixiviação da matéria orgânica são formados os fósseis denominados de impressão, que resultam apenas nos detalhes superficiais dos restos vegetais que foram soterrados.

As amostras descritas neste trabalho variam desde pequenos fragmentos até amostras maiores com impressões de órgãos inteiros de diversos tamanhos, tanto de folhas, quanto folíolos e foliólulos. As estruturas que se assemelham a galhos e caules ocorreram em menor frequência e não foi possível incluí-las nas identificações. O material carbonizado ocorreu em quantidade mínima. Foram encontrados também macro restos de frutos, já identificados em campo como pertencentes à família Fabaceae.

Devido às características físicas da rocha, poucas amostras encontram-se completas, sendo a maior parte apenas fragmentos. Os níveis A, C e D apresentam quantidade semelhante de amostras coletadas, já no nível B foi coletada apenas uma amostra parcial de folha. Maior parte das amostras dos níveis A e D foram identificadas como pertencentes à família Fabaceae, já o nível C apresentou uma diversidade maior, incluindo indivíduos das famílias Rubiaceae, Lauraceae, Dilleniaceae e Connaraceae (Tabela 2).

Tabela 2: Famílias e subfamílias identificadas por nível de coleta no afloramento estudado no município de Formosa – Goiás.

	Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Família				
Subfamília				
Connaraceae				
Jollydoroideae				
Dilleniaceae				
Doliocarpoideae				
Fabaceae				
Caesalpinioideae				
Papilionoideae				
Lauraceae				
Lauroideae				
Perseoideae				
Rubiaceae				
Rubioideae				
Sapotaceae				

Chrysophylloideae				
Vochysiaceae				
Vochysioideae				

Avaliações prévias feitas na área não detectaram a presença de palinomorfos, portanto trata-se de uma área com potencial para estudos voltados à descrição paleoambiental local. Após observações feitas tanto por lupa, quanto por microscópio, não foram verificadas interações de insetos com as folhas.

As características morfológicas descritas foram: forma e área do limbo foliar (comprimento, largura, presença ou não de simetria), formas e ângulos do ápice e da base das folhas, tipo de margem foliar, padrão de nervação das folhas, espaçamento das nervuras secundárias em relação à base e ângulo das nervuras secundárias em relação à base. Cada amostra foi fotografada para fins de descrição e consta em anexo no final deste trabalho.

3.2.1 NÍVEL A

• Amostra 1

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000047

Descrição: lâmina foliar simétrica, forma oblonga-linear; dimensões aproximadas de 1,5 de comprimento por 0,3 cm de largura; ápice ausente; base aparentemente de ângulo agudo; margem inteira; padrão de nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias uniforme; ângulo das nervuras secundárias uniforme. A morfologia do espécime é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Cassia* (Figura 18).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Caesalpinioideae
- Gênero: *Cassia*

• Amostra 2

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000077.

Descrição: foliólulo incompleto, mas aparentemente simétrico, oblongo; aproximadamente 1,5 cm de comprimento e 0,6 cm de largura; ápice retuso, de ângulo obtuso; base ausente; margem inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias aparenta ser uniforme; ângulo das nervuras secundárias aparenta ser uniforme. Sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Plathymenia* (Figura 19).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Caesalpinioideae (Clado Mimosoide)
- Gênero: *Plathymenia*

• Amostra 3

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000065.

Descrição: lâmina foliar simétrica, forma estreito-elíptica; tamanho nanofilo, medindo 2,5 x 1,5 cm; ápice retuso com ângulo agudo; base arredondada, com ângulo obtuso; margem inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras decrescente em direção à base; ângulo das nervuras secundárias decresce moderadamente em direção à base. O espécime encontra-se quase completo, possuindo na margem inferior uma compressão/impressão de um fragmento que pode se tratar de um galho. Sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Pterodon* (Figura 20).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Papilionoideae
- Gênero: *Pterodon*

• Amostra 4

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000067.

Descrição: lâmina foliar incompleta, elíptica e simétrica; parte do ápice ausente, mas com ângulo aparentemente agudo; base ausente; margem inteira; dimensões de aproximadamente 4,0 cm de comprimento por 2,0 cm de largura; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras uniforme; ângulo das nervuras secundárias uniforme. Sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Pouteria* (Figura 21).

Identificação:

- Ordem: Ericales
- Família: Sapotaceae
- Subfamília: Chrysophylloideae
- Gênero: *Pouteria*

• Amostra 5

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000073.

Descrição: lâmina foliar assimétrica obovada; mede aproximadamente 3,0 cm de comprimento 2,0 cm de largura; ápice ausente; base obtusa com ângulo agudo; nervação aparentemente broquidódroma; espaçamento das nervuras decresce em direção à base, ângulo das nervuras secundárias

crescem uniforme. A morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Senna* (Figura 22).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Caesalpinioideae
- Gênero: *Senna*

• Amostra 6

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000078.

Descrição: lâmina foliar simétrica, elíptica; medidas de aproximadamente 4,0 cm de comprimento e 2,0 cm de largura; parte do ápice ausente, mas sendo possível inferir que possui ângulo agudo; base ausente; margem inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias irregular; ângulo das nervuras secundárias uniforme. O espécime foi identificado como pertencente à família Lauraceae (Figura 23).

- Ordem: Laurales
- Família: Lauraceae

3.2.2 NÍVEL B

Os fragmentos coletados neste nível do perfil, por serem muito pequenos, não possuíam características morfológicas suficientes para fazer a descrição e identificação. Apenas uma amostra parcial de folha foi coletada.

3.2.3 NÍVEL C

• Amostra 1

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000002.

Descrição: foliólulo simétrico oblongo; tamanho leptófilo, medindo 1,0 x 0,2 cm; ápice retuso e com ângulo obtuso; base arredondada, levemente assimétrica e com ângulo obtuso; margem inteira; nervação secundária pouco visível, no entanto as demais características morfológicas são compatíveis com indivíduos recentes do gênero *Dimorphandra* (Figura 24).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Caesalpinoideae
- Gênero: *Dimorphandra*

• Amostra 2

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000014

Descrição: lâmina foliar simétrica, largo-elíptica, tamanho micrófilo, medindo 3,7 x 2,2 cm, ápice convexo e de ângulo obtuso, base arredondada e de ângulo obtuso, margem aparentemente inteira, nervação aparentemente craspedódroma; espaçamento das nervuras secundárias decresce em direção à base, ângulo das nervuras secundárias uniforme. O espécime encontra-se completo e sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Coussarea* (Figura 25).

Identificação:

- Ordem: Gentianales

- Família: Rubiaceae
- Subfamília: Rubioideae
- Gênero: *Coussarea*

• **Amostra 3**

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000015-AB.

Descrição: lâmina foliar simétrica obovada; tamanho microfilo, medindo 5,2 x 2,0 cm; ápice aparentemente arredondado e de ângulo obtuso; base de forma aguda e ângulo agudo; nervação eucamptódroma; espaçamento das nervuras secundárias decresce em direção à base; ângulo das nervuras secundárias uniforme. O espécime é composto por molde e contramolde da impressão foliar e sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Davilla*. (Figuras 26 e 27).

Identificação:

- Ordem: Dilleniales
- Família: Dilleniaceae
- Subfamília: Doliocarpoideae
- Gênero: *Davilla*

• **Amostra 4**

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000005.

Descrição: lâmina foliar incompleta; pequena porção do ápice ausente, mas sendo possível inferir que se trata de um ângulo agudo; base ausente; margem aparentemente inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias cresce em direção à base; ângulo das nervuras secundárias uniforme. A morfologia geral do espécime e características

das nervuras terciárias são compatíveis com indivíduos recentes do gênero *Nectandra* (Figura 28).

Identificação:

- Ordem: Laurales
- Família: Lauraceae
- Subfamília: Perseoideae
- Gênero: *Nectandra*.

• Amostra 5

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000009.

Descrição: lâmina foliar simétrica, elíptica; tamanho microfillo, medindo 2,7 cm de comprimento e 1,6 cm de largura; ápice atenuado, com ângulo agudo; base arredondada, com ângulo obtuso; margem inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias decrescem moderadamente em direção à base; ângulo das nervuras secundárias inconsistente. A morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Rourea* (Figura 29).

- Ordem: Oxalidales
- Família: Connaraceae
- Subfamília: Jollydoroideae
- Gênero: *Rourea*

3.2.4 NÍVEL D

• Amostra 1

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000017-AB

Descrição: foliólulo assimétrico, elíptico; medidas de aproximadamente 1,0 de comprimento e 0,5 cm de largura; metade da lâmina foliar e ápice ausentes; base assimétrica com forma aparentemente obtusa e ângulo agudo; margem inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias decresce em direção à base; ângulo das nervuras secundárias uniforme. Apesar da laminar foliar estar incompleta, o espécime é composto de molde e contramolde, o que permite ver algumas características taxonômicas com mais precisão. Sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Plathymenia* (Figura 30).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Caesalpinioideae (Clado Mimosoide)
- Gênero: *Plathymenia*

• Amostra 2

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000025.

Descrição: folíolo simétrico, oblongo; tamanho nanofilo, medindo 1,8 x 0,8 cm; ápice retuso com ângulo agudo; base simétrica de forma obtusa e ângulo agudo; margem inteira; nervação broquidódroma, espaçamento das nervuras decresce em direção à base; ângulo das nervuras secundárias cresce abruptamente em direção à base. O espécime encontra-se praticamente completo e sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Callisthene* (Figura 31).

Identificação:

- Ordem: Myrtales
- Família: Vochysiaceae

- Subfamília: Vochysioideae

- Gênero: *Callisthene*

• **Amostra 3**

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000032A-B

Descrição: a amostra é composta por duas impressões foliares aparentemente de espécies diferentes. O primeiro espécime, em tom mais claro, trata-se de uma impressão da face abaxial de um foliólulo assimétrico, largo-elíptico; medindo aproximadamente 2,0 cm de comprimento e 1,5 cm de largura; ápice ausente; base aparentemente assimétrica; margem inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias decresce em direção à base; ângulo das nervuras secundárias decrescente moderadamente em direção à base. Sua morfologia é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Stryphnodendron*. A segunda impressão, face adaxial, apresenta somente a porção central do limbo, mas o seu padrão de nervuras permite inferir que se trata do gênero *Ocotea* (Figura 32).

Identificação (espécime A – Face abaxial):

- Ordem: Fabales

- Família: Fabaceae

- Subfamília: Caesalpinioideae (Clado Mimosoide)

- Gênero: *Stryphnodendron*

Identificação (espécime B – face adaxial):

- Ordem: Laurales

- Família: Lauraceae

- Subfamília: Lauroideae

- Gênero: *Ocotea*

• **Amostra 4**

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000043.

Descrição: foliólulo oblongo, aparentemente simétrico; tamanho nanófilo, medindo 1,0 x 0,6 cm; ápice aparentemente retuso, de ângulo obtuso, forma da base arredondada e assimétrica; margem inteira; nervação broquidódroma, espaçamento das nervuras secundárias irregular, ângulo das nervuras secundárias uniforme. A morfologia do espécime é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Stryphnodendron* (Figura 33).

Identificação:

- Ordem: Fabales

- Família: Fabaceae

- Subfamília: Caesalpinioideae (Clado Mimosoide)

- Gênero: *Stryphnodendron*

• **Amostra 5**

Material descrito: FUP – PB – 000041.

Descrição: lâmina foliar oblonga, incompleta, mas aparentemente simétrica; medindo aproximadamente 2,0 cm de comprimento e 1,0 de largura; ápice atenuado de ângulo obtuso; base ausente; margem inteira; nervação broquidódroma; espaçamento das nervuras secundárias irregular; ângulo das nervuras secundárias cresce moderadamente em direção à base. O espécime não foi identificado (Figura 34).

• **Amostra 6**

Material descrito e identificado: FUP – PB – 000042.

Descrição: fragmento de fruto medindo 4,5 cm de comprimento e 1,5 cm de largura. Apresenta pequenas impressões arredondadas no centro do fruto, semelhantes ao formato de sementes. A morfologia do espécime é compatível com a de indivíduos recentes da subfamília Caesalpinioideae (Figura 35).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Caesalpinioideae (Clado Mimosoide)

• **Amostra 7**

Material descrito e identificado: FUP – PB – 00033.

Descrição: fragmento de fruto da família Fabaceae medindo 5,0 cm de comprimento e 1,8 cm de largura e com ápice agudo. A morfologia do espécime é compatível com a de indivíduos recentes do gênero *Caesalpinia* (Figura 36).

Identificação:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Caesalpinioideae
- Gênero: *Caesalpinia*

4. DISCUSSÃO

A família de maior ocorrência nesse estudo foi a Fabaceae. Ela é considerada a família botânica mais expressiva no Brasil e é encontrada em todos os biomas do país (Forza *et al.*, 2010). Apresenta grande importância ecológica e econômica pela forte associação da maioria de suas espécies com bactérias fixadoras de Nitrogênio, sendo as principais responsáveis pela entrada do Nitrogênio nos ecossistemas terrestres. A família apresenta grande diversidade de formas de vida e na morfologia de suas estruturas e, por isso, está entre as mais diversas em praticamente todos os grandes biomas globais, como florestas tropicais úmidas, florestas tropicais sazonalmente secas, savanas, campos tropicais e temperados, desertos e semidesertos (Flora do Brasil, 2021). No Brasil, é representada pelas subfamílias Caesalpinoideae (que atualmente inclui o clado Mimosoide), Dialioideae, Papilionoideae, Cercidoideae e Detarioideae, sendo registrados 253 gêneros e 3033 espécies (LPWG, 2017; Flora do Brasil, 2021). Os gêneros identificados e a proximidade e sobreposição das amostras observadas durante a coleta, sugerindo um ambiente hídrico de pouco transporte, permitem inferir que a fitofisionomia local era um tipo mistura savânico-florestal inundável.

Praticamente todas as amostras de folhas maiores encontravam-se fragmentadas e muitas delas estavam com poucas características morfológicas visíveis que viabilizassem a identificação, o que impossibilitou muitas identificações. A família Fabaceae, por ser bastante expressiva em todas as fitofisionomias do Cerrado (Mendonça, 2008) e possuir características morfológicas específicas que facilitam a identificação, foi a mais representativa nos resultados. As demais famílias registradas foram, Lauraceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Connaraceae, Dilleniaceae e Vochysiaceae (Tabela 2), sendo as três primeiras também consideradas como abundantes no Cerrado (Mendonça, 2008).

No geral, a diversidade de gêneros registrada na área demonstra uma variedade florística de táxons presentes em inúmeras fitofisionomias do Cerrado. Segundo Bailey & Sinnot (1916), há uma correlação entre o tipo de margem foliar e o ambiente em que a planta está localizada. Plantas arbóreas, devido às suas grandes dimensões, são mais diretamente expostas às influências climáticas predominantes do que pequenos arbustos e ervas. São, portanto, menos adaptáveis e, devido a um intervalo mais longo entre a germinação da semente e a produção de sementes, podem migrar de forma mais lenta. As amostras aqui descritas possuem, praticamente todas, margem inteira, que, ainda segundo

Bailey & Sinnot (1916), é uma característica predominante de plantas lenhosas de climas tropicais e subtropicais.

Não foi observada uma orientação preferencial na disposição dos fósseis. A orientação do eixo maior das amostras mais completas era aleatória, o que demonstra que não havia uma corrente atuando no ambiente ou levando as folhas até um local de deposição mais distante da planta de origem. Em algumas amostras foi possível observar folhas de diferentes tamanhos bem próximas e/ou se sobrepondo, o que permite inferir que a área de estudo se tratava de um corpo aquoso praticamente sem energia de transporte, não selecionando as folhas por tamanho, com um lago ou algo similar, onde as folhas caíam na água, provavelmente flutuavam por algum tempo e eram posteriormente soterradas próximas à vegetação local. Plantas, em geral, não suportam transporte muito maior que 100 m a partir de sua planta de origem até o sítio de deposição por questões de decomposição orgânica rápida, e as folhas, após se destacarem da planta de origem, flutuam no agente transportador por cerca de dois ou três dias, envolvidas em uma solução viscosa de decomposição, indo logo a seguir ao fundo (Spicer, 1981).

As tafofloras são geralmente dominadas por folhas da vegetação imediatamente adjacente ao sítio de deposição (Burnham, 1989; Gastaldo *et al.*, 1989; Spicer, 1989). É possível observar que, em depósitos atuais, quando os ambientes de sedimentação são provenientes de hidrodinâmica fluvial ou lacustre, as associações de macrofitofósseis tendem a refletir a vegetação local. Assim, as associações de plantas fósseis podem ser, frequentemente, comparadas às comunidades modernas. Quando o acúmulo de fósseis ocorre por deposição de material botânico com pouco ou nenhum transporte, ou seja, onde a preservação dos restos se dá na morte *in situ*, ou local de vida da planta, ou ainda em locais onde as partes predispostas à abscisão são descartadas, a gênese da associação fóssil pode ser resultado de uma catástrofe por soterramento, evento deposicional ou por sedimentação regular. Nesses casos, a relação entre o local de crescimento e soterramento e ou preservação é classificada como uma associação autóctone (Gastaldo *et al.*, 1995).

O fato de a maior parte das folhas coletadas inteiras tenderem a ser menores deve-se ao aspecto geológico de empastilhamento observado na rocha (Figura 17). Rochas com características argilosas, quando sujeitas às variações de umidade, devido à exposição às intempéries, sofrem uma desagregação física intensa, desintegrando-se superficialmente em pequenos blocos, caracterizando o processo de empastilhamento (Campos, 1989).

Provavelmente havia folhas maiores, mas devido a esse processo de quebra da rocha, só foi possível coletar fragmentos.



Figura 17: Registro fotográfico do empastilhamento observado na rocha. Notar que o fruto fossilizado está apenas parcialmente preservado por causa desse fenômeno. Créditos: Dulce Rocha (FUP – UnB).

Nas folhas aqui analisadas não foram verificadas interações com insetos. Segundo Gastaldo e Demko (2011), a matéria orgânica que se acumula na interface solo-ar (principalmente em áreas úmidas) está sujeita à atividade pedogênica e à reciclagem de carbono, e folhas de plantas enterradas são mantidas em condições geoquímicas anóxicas que evitam a decomposição além do estado da matéria orgânica original, além de retardar ou eliminar a atividade autocatalítica, bacteriana ou detritívora.

Foi possível verificar semelhanças com resultados de trabalhos paleobotânicos e palinológicos realizados no Distrito Federal e entorno, sugerindo que a taoflora da região de Formosa apresenta entre 25.000 e 50.000 anos AP. De acordo com Barberi (2001), através de datação radiocarbônica realizada em um testemunho de solo coletado na Lagoa Bonita (Planaltina– DF), determinou-se que a idade de implantação da lagoa foi

extrapolada em 26.140 anos AP. Alguns elementos identificados nas análises palinológicas da Lagoa Bonita – DF também foram verificados neste trabalho, como as famílias Fabaceae e Rubiaceae, e o gênero *Stryphnodendron*. De forma geral, em relação à composição florística, o estudo de Barberi concluiu que os dados apontavam para um mosaico vegetal com fitofisionomias características de cerrados, predominantemente de Cerrado típico, além da Vereda e da Mata nas proximidades da Lagoa, e o Campo Limpo tímido onde o lençol freático aflora ou está próximo à superfície. Outro estudo importante, feito no entorno do Distrito Federal, na região de Catalão-GO, no Paleolago Cemitério (Cardoso, 2007), sugeriu que, para o Nível Fossilífero 2 (onde foi possível verificar elementos em comum com os identificados neste estudo), o provável intervalo de idade está entre 29.700 e 31.500 anos AP. As datações no Paleolago foram feitas através de Termoluminescência (TL) e Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). O estudo possibilitou visualizar uma paisagem típica de mata de galeria, isto é típica vegetação ocorrente em torno de corpo hídrico, possivelmente um lago ou uma lagoa, onde havia uma comunidade de algas silicosas. As famílias Fabaceae, Lauraceae e os gêneros *Nectandra*, *Ocotea* e *Stryphnodendron*, verificadas nesta monografia, também ocorreram no Paleolago Cemitério.

5. CONCLUSÃO

A tafoflora da região apresenta espécimes representativos de diversas fitofisionomias do Cerrado, mas principalmente uma mistura de savana-floresta (Cerradão e/ou Matas de Galerias).

O afloramento é formado por níveis de argilito maciço com laminações plano-paralelas que se desagregam com muita facilidade. Por essa razão, maior parte do material coletado corresponde apenas a fragmentos de impressões de órgãos vegetais. Algumas amostras coletadas inteiras correspondem a folhas relativamente pequenas, folíolos ou foliólulos, mas devido à diversidade das amostras no geral, é possível inferir que a paleovegetação local era composta por elementos de diversos tamanhos.

A ausência de uma orientação específica das amostras permite afirmar que a flora do momento de deposição esteve associada a um corpo hídrico, onde havia pouco transporte até a deposição e soterramento das folhas. Apesar de ser composta por famílias e gêneros com representantes conhecidos (em relação aos atuais), formava um ambiente bem

diferente da paisagem local atual, onde se encontra um afloramento rochoso, com Cerrado sentido restrito.

A realização desse estudo paleoambiental permitiu conhecer e compreender vários aspectos da história e evolução da paisagem local. Diante disso, os resultados aqui obtidos contribuem para o avanço no conhecimento da paleoflora do Cerrado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÁMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L.G.; NETTO, J.M. 1987. Caracterização da região dos Cerrados. *In*: GOEDERT, W. J. (Ed.). Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. [Planaltina: Embrapa-CPAC] São Paulo: Nobel, pp. 33–74.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Z* 22: 711–728.

ASH, A.W.; ELLIS, B.; HICKEY, L.J.; JOHSON, K.R.; WILF, P. & WING, S.L. 1999. Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Washington: D.C., Smithsonian Institution, 190 p.

BARBERI, M. 1994. Paleovegetação e Paleoclima no Quaternário Tardio da Vereda de Águas Emendadas-DF. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.

BARBERI, M. 2001. Mudanças Paleoambientais na região dos cerrados do Planalto central durante o Quaternário Tardio: o estudo da Lagoa Bonita, DF. Tese de Doutorado em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 210 p.

BARBERI, M. 2003. História Geoecológica do Bioma Cerrado. *Estudos*, 30(9): 2043–2067.

BAILEY, I.W.; SINNOTT, E.W. 1916. The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. *American Journal of Botany*, 3: 24–39.

- BEHRENSMEYER, A. K., KIDWELL, S. M.; GASTALDO, R. A. 2000. Taphonomy and paleobiology. *In*: D.H. ERWIN & S.L. WING (Eds). *Deep Time: Paleobiology's Perspective*, Paleobiology Supplement, 26(4):103–147.
- BURNHAM, R.J. 1989. Relationships between standing vegetation and leaf litter in a paratropical forest: Implications for paleobotany. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 58(1): 5–32.
- BURNHAM, R.J. & TONKOVICH, G.S. 2011. Climate, leaves, and the legacy of two giants. *New Phytologist*, 190:514–517.
- CAMPOS, J.E.G; DARDENNE, M.A; FREITAS-SILVA, F.H; MARTINS FERREIRA, M.A.C. 2013. Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília. São Paulo: *Brazilian Journal of Geology*, 43(3): 461–476.
- CAMPOS, J.O. 1989. A desagregabilidade dos siltitos da Formação Corumbataí – Consequências práticas, fenomenologia provável e experimentação pertinente. Rio Claro. Concurso Público para Livre Docência, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, São Paulo, 120 p.
- CAMPOS-FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. 2015. Guia de Identificação de espécies-chave para a restauração florestal na região de alto Teles Pires, Mato Grosso. São Paulo: The Nature Conservancy, 248 p.
- CARDOSO, N. 2007. Paleoecologia da flora de Catalão, Paleolago Cemitério, Estado de Goiás. Tese de Doutorado em Geociências. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 131 p.
- DARDENNE, M.A. 1981. Os Grupos Paranoá e Bambuí na Faixa Dobrada Brasília. *In*: II Simpósio sobre o Cráton São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador, SBG/CBM, pp. 140–155.
- DONOVAN, S.K. 1991. *The Process of Fossilization*. London: Belhaven Press, 298 p.
- DOS-SANTOS, M.P.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E. & SANT'ANNA, L.G. 2007. Evidências Paleoclimáticas e Paleoecológicas, segundo dados Paleobotânicos e Mineralógicos dos argilitos neógenos de Jaguariúna (SP), Correlatos à formação Rio Claro. *Revista UnG – Geociências*, 6:80–106.

DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo, 477 p.

DURIGAN, G.; PILON, N.A.L.; ASSIS, G.B.; SOUZA, F.M.; BAITELLO, J.B. 2018. Plantas pequenas do cerrado: biodiversidade negligenciada. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal. Rettec Artes Gráficas e editora, 720 p.

ELLIS, B., DALY, D.C., HICKEY, L.J., JOHNSON, K.R., MITCHELL, J.D., WILF, P., WING, S.L. 2009. Manual of Leaf Architecture: Cornell University Press, Ithaca, N.Y., 190 p.

EMMERICH, K.H. 1990. Influence of landform, landscape development and soil moisture balance on forest and savanna ecosystem patterns in Brazil. *Pedologie*, 11(1): 5–17.

FARIA, A. 1995. Estratigrafia e sistemas deposicionais do Grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João D'Aliação - Alto Paraíso - GO. Tese de Doutorado em Geologia Regional. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília 199 p.

FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY. 2021. Botany Collection. Disponível em: <https://plantidtools.fieldmuseum.org/>. Acesso em abril de 2021.

FLORA DO BRASIL, 2021. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do>. Acesso em maio de 2021.

FORZA, R.C; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUIDO, C. E. M.; CARVALHO, J. R. A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENESES, M.; MORIN, M. P.; COELHO M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. 2010. Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil. Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 828 p.

- FREITAS-SILVA, F.H. & CAMPOS, J.E.G. 1998. Geologia do Distrito Federal. *In*: IEMA/SEMATEC/UnB. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos, Superficiais do Distrito Federal. Brasília. IEMA/SEMATEC/UnB. Vol. 1, pp. 1–84.
- GASTALDO, R.A.; BEARCE, S.C.; DEGGES, C.W.; HUNT, R.J., PEEBLES, M.W.; VIOLETTE, D.L. 1989. Biostratigraphy of a Holocene oxbow lake: A backswamp to midchannel transect. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 58(1): 47–59.
- GASTALDO, R.A.; DEMKO, T.M. 2011. The Relationship Between Continental Landscape Evolution and the Plant-Fossil Record: Long Term Hydrologic Controls on Preservation. *In*: P.A. ALISON; D.J. BOTTJER, (Eds). *Taphonomy, Second Edition: Process and Bias Through Time*. Topics in Geobiology, pp. 249-285.
- GASTALDO, R.A.; PFEFFERKORN, H.W.; DiMICHELE, W.A. 1995. Taphonomic and sedimentologic characterization of “roof-shale” floras. *GSA Memoir* 185: 341–352.
- GOOGLE. Google Earth. Version 9.2.17.13. 2018. Formosa, GO, Km 54. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 20/06/2018.
- GUIMARÃES, E.M. 1997. Estudos de proveniência e diagênese com ênfase na caracterização dos filossilicatos dos Grupos Paranoá e Bambuí, na região de Bezerra-Cabeceiras (GO). Tese de Doutorado em Geologia Regional, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 270 p.
- HICKEY, L.J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal Botany*, 60(1): 17–33.
- HICKEY, L.J. & WOLFE, J.A. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 62: 538–589.
- IANNUZZI, R.; VIEIRA, C.E.L. 2005. Paleobotânica. Editora UFRGS, 167 p.
- LPWG - Legume Phylogeny Working Group. 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*. v.66, n. 1, p. 44 – 77.
- MEDEIROS, J.D. 2011. Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies. MMA/SBF, Brasília, 532 p.

- MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. 2008. Flora vascular do Bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. *In*: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds). Cerrado: Ecologia e Flora, v. 2, Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF, pp. 422–442.
- MEYEN, S.V. 1973. Plant morphology and its nomothetical aspects. *Botanical Review*, 39: 205-260.
- NEILSON, R.P. 1995. A model for predicting continental-scale vegetation distribution and water balance. *Ecological Applications*, 5(2): 362–385.
- NEOTROPICAL FLORA. 2021. Neotropical Plant Portal Natural History Collections and Observation Projects. Disponível em: <https://serv.biokic.asu.edu/neotrop/plantae/index.php>. Acesso em abril de 2021.
- PEPPE, D.J.; ROYER, D.L.; CARIGLINO, B.; OLIVER, S.Y.; NEWMAN, S.; LEIGHT, E.; ENIKOLOPOV, G.; FERNANDEZ-BURGOS, M.; HERRERA, F.; ADAMS, J.M.; CORREA, E.; CURRANO, E.D.; ERICKSON, J.M.; HINOJOSA, L.F.; HOGANSON, J.W.; IGLESIAS, A.; JARAMILLO, C.A.; JOHNSON, K.R.; JORDAN, G.J.; KRAFT, N.J.B.; LOVELOCK, E.C.; LUSK, C.H.; NIINEMETS, U. PENUELAS, J.; RAPSON, G.; WING, S.L.; WRIGHT, I.J. 2011. Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. *New Phytologist*, 190:724–739.
- PRENTICE, I.C., CRAMER, W., HARRISON, S.P., LEEMANS, R., MONSERUD, R.A. & SOLOMON, A.M. 1992. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography*, 19, 117–134.
- REATTO, A. CORREIA, J.R.; SPER, S.T. & MARTINS, E.S. 2008. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. *In*: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. & RIBEIRO, J.P. (Eds.). Cerrado: ecologia e flora. Planaltina, Embrapa, pp. 107–134.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M. 2008. As principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds). Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Cerrados, v. 1, pp. 153–212.

- ROYER, D.L. 2012. Climate reconstruction from leaf size and shape: new developments and challenges. *In*: L.C. IVANY & B.T. HUBER (eds). Reconstructing earth's deep-time climate. The State of the Art in 2012. Paleontological Society Papers, 18: 195–212.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados, Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 291 p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1984. Reconstrucción de los ambientes através de los Granos de Polen. *investigación y Ciencia* (Spanish edition of the Scientific American), 96(3): 6–17.
- SARTORELLI, P.A.R.; CAMPOS-FILHO, E.M. 2017. Guia de plantas da regeneração natural do Cerrado e da Mata Atlântica. São Paulo: Agroicone, 140 p.
- SILVA-JÚNIOR, M. C. 2012. 100 Árvores do Cerrado sentido restrito. Brasília: Rede de sementes do Cerrado, 304 p.
- SILVA-JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, B. A. S. 2009. + 100 árvores do Cerrado – Mata de Galeria: guia de campo. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 288 p.
- SILVA-JÚNIOR, M. C.; CORDEIRO, A.O.O.; MUNHOZ, C.B.R.; NOGUEIRA, L. C. 2011. Guia do Observador de Árvores no Cerrado. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 48 p.
- SIMÕES, M. G.; RODRIGUES, S. C.; BERTONI-MACHADO, C.; HOLZ, M. 2010. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. *In*: CARVALHO, I.S. (Ed.). Paleontologia: Conceitos e Métodos. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, pp. 19–51.
- SPICER, R.A. 1981. The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshires, England. Geological Survey Professional Paper. United States Government Printing Office, Washington, 1143: 1–77.
- SPICER, R.A. 1989. The formation and interpretation of plant fossil assemblages. *Advanced in Botanical Research*, 16: 95–191.
- TYSON, R.V. 1995. Sedimentary Organic Matter: Organic facies and palynofacies. Chapman & Hall, Londres, 615 p.

WALTER, H. 1986. Vegetação e Zonas Climáticas. Tratado de Ecologia Global. São Paulo. Ed. Pedagógica e Universitária. 325 p.

WALTER, B.M.T. 2006. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese de Doutorado em Ecologia. Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, 389 p.

WEBB, L.J. 1959. A physiognomic classification of Australian rain forests. *Journal of Ecology*, 47: 551–570.


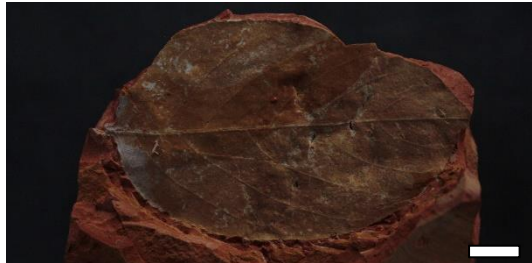




WRIGHT, I.J.; DONG, N.; MARIE, V.; PRENTICE, I.C.; WESTOBY, M.; DÍAZ, S.; GALLAGHER, R.V.; JACOBS, B.F.; KOOYMAN, R.; LEI, E.A.; LEISHMAN, M.R.; NIINEMETS, U.; REICH, P.B.; SACK, L.; VILLAR, R.; WANG, H.; WILF, P. 2017. Global climatic drivers of leaf size. *Science*, 357:917–921.

ANEXO – Amostras








→ NÍVEL A

<p>Amostra 1</p>  <p>Figura 18: <i>Cassia</i> sp. (FUP – PB – 000047). Barra de escala: 5 mm.</p>	<p>Amostra 2</p>  <p>Figura 19: <i>Plathymenia</i> sp. (FUP – PB – 000077). Barra de escala: 5 mm.</p>
<p>Amostra 3</p>  <p>Figura 20: <i>Pterodon</i> sp. (FUP – PB – 000065). Barra de escala: 5 mm.</p>	<p>Amostra 4</p>  <p>Figura 21: <i>Pouteria</i> sp. (FUP – PB – 000067). Barra de escala: 5 mm.</p>
<p>Amostra 5</p>  <p>Figura 22: <i>Senna</i> sp. (FUP – PB – 000073). Barra de escala: 5 mm.</p>	<p>Amostra 6</p>  <p>Figura 23: Lauraceae. (FUP – PB – 000078). Barra de escala: 5 mm.</p>

→ NÍVEL C

<p>Amostra 1</p>  <p>Figura 24: <i>Dimorphandra</i> sp. (FUP – PB – 000002). Barra de escala: 5 mm.</p>	<p>Amostra 2</p>  <p>Figura 25: <i>Coussarea</i> sp. (FUP – PB – 000014). Barra de escala: 5 mm.</p>
<p>Amostra 3-A</p>  <p>Figura 26: <i>Davilla</i> sp. (FUP – PB – 000015-A). Barra de escala: 5 mm.</p>	<p>Amostra 3-B</p>  <p>Figura 27: <i>Davilla</i> sp. (FUP – PB – 000015-B). Barra de escala: 5 mm.</p>
<p>Amostra 4</p>  <p>Figura 28: <i>Nectandra</i> sp. (FUP – PB – 000005). Barra de escala: 5 mm.</p>	<p>Amostra 5</p>  <p>Figura 29: <i>Rourea</i> sp. (FUP – PB – 000009). Barra de escala: 5 mm.</p>

→ NÍVEL D

<p>Amostra 1</p> 	<p>Amostra 2</p> 
<p>Figura 30: <i>Plathymenia</i> sp. (FUP – PB – 000017-AB). Barra de escala: 5 mm</p>	<p>Figura 31: <i>Callisthene</i> sp. (FUP – PB – 000025). Barra de escala: 5 mm</p>
<p>Amostra 3</p> 	<p>Amostra 4</p> 
<p>Figura 32: <i>Stryphnodendron</i> sp. e <i>Ocotea</i> sp. (FUP – PB – 000032-AB). Barra de escala: 5 mm</p>	<p>Figura 33: <i>Stryphnodendron</i> sp. (FUP – PB – 000043). Barra de escala: 5 mm.</p>
<p>Amostra 5</p> 	<p>Amostra 6</p> 
<p>Figura 34: Não identificado_1. (FUP – PB – 000041). (FUP – PB – 000041). Barra de escala: 5 mm.</p>	<p>Figura 35: Caesalpinioideae (FUP – PB – 000042). Barra de escala: 5 mm.</p>
<p>Amostra 7</p> 	
<p>Figura 36: <i>Caesalpinia</i> sp. (FUP – PB – 000033). Barra de escala: 5 mm.</p>	